

Estudio y propuesta de un sistema de sonido distribuido para el campus UPB Laureles.

W. Quintero, J. Correa *Facultad de Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana, IEEE*

Resumen- En la actualidad la acústica es todavía el gran ausente en el momento de proyectar edificaciones y espacios arquitectónicos. Aún se tiene la imagen de que la acústica arquitectónica se limita al diseño de teatros y auditorios. En la mayoría de los casos, la acústica resulta ser un factor añadido a posteriori y se limita a cumplir los requisitos básicos. Es por esto que a medida que se hacen modificaciones a los espacios, ésta va perdiendo la calidad inicial y, junto con el tiempo y el deterioro regular de los equipos, hace que dicha sonorización inicial sea cada vez más obsoleta. De conformidad con lo anterior se busca estudiar y proponer la mejora del sistema actual de sonido del campus UPB Laureles, no solo con la finalidad de brindar una alternativa al actual sino también aportar información valiosa al consultar para la posible mejora de la sonorización de cualquier otro espacio abierto.

Palabras claves—Sonido ambiental, sistema de sonido distribuido, sonorización.

I. INTRODUCCION

Este proyecto consta del estudio del sistema actual de sonido distribuido que posee el campus UPB laureles, y a su vez, se plantea una propuesta de mejora del mismo; con el objetivo de mejorar la percepción y la calidad del sonido al interior del campus.

En la actualidad se cuenta con un sistema de sonido que fue implementado en el año 2004, de modo que en el presente es difícil lograr un óptimo desempeño de la propagación de las ondas sonoras, ya que se han desarrollado cambios en la infraestructura del plantel, y a su vez se han deteriorado los sistemas encargados de su propagación. La universidad en la actualidad cuenta con 29 altavoces y 3 amplificadores los cuales se encargan de distribuir el sonido entre los diferentes espacios para los cuales fue diseñado el sistema, de modo que la ubicación de estos parlantes puede ser replanteada o rediseñada teniendo en cuenta las modificaciones que el paso del tiempo ha generado, como pueden ser nuevas edificaciones, crecimiento de árboles, reforestación, deterioro físico y creación de nuevos espacios de esparcimiento.

Un sistema de sonido adecuado debe permitir que el lugar donde se implemente genere en el oyente una percepción del sonido placentera y que no se produzca un enmascaramiento de la voz.

II. DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL

A. General

Durante la etapa de reconocimiento de los equipos y del diseño actual de audio que posee el campus UPB Laureles, se detectaron una serie de problemas tanto en los equipos como en la zonificación de los espacios. Éstos son presentados a continuación sin intención de demeritar la labor realizada con los mismos pero se reconocen factores, como los mencionados en la introducción, que han causado que el sistema actualmente no sea el óptimo.

B. Equipos

Actualmente se cuenta con: un rack de almacenamiento en buen estado y que suple las necesidades, un módulo de encendido y apagado marca CHALLENGER referencia UE500 que posee protección contra picos de voltaje y contra cortocircuitos en cada una de sus salidas de potencia; un preamplificador CHALLENGER referencia ME 500, de éste no se encontraron referencias debido a la antigüedad del mismo, pero básicamente recibe 4 micrófonos y 3 entradas auxiliares de línea y posee un ecualizador elemental de 3 bandas y los respectivos controles de ganancia de las entradas para facilitar la mezcla; un amplificadores marca CHALLENGER ref. AP 520 los cuales en su configuración aportan 200 watts RMS en línea de 100 Voltios. Un selector de zonas que recibe la potencia de los 3 amplificadores de modo que cada zona tiene una entrada y una salida independientes, las 10 zonas se dividen entre los tres amplificadores de modo que la conexión resultaría siendo en paralelo entre las zonas acopladas a cada amplificador. Se cuenta también con 29 altavoces CHALLENGER que tienen una potencia mínima de 20W RMS

Se determinó que uno de los amplificadores fue reparado una vez, pero no fue posible determinar las causas y el tipo de reparación que se le había efectuado. Este inconveniente se genera a raíz de que no se tienen informes de reparación y control del estado de los equipos.

Cableado: en la etapa de análisis de distribución del sistema actual, se pretendía determinar las conexiones actuales que se implementan en dicho sistema, función que no se pudo realizar ya que no se tienen informes sobre la firma interventora en las obras de montaje. Se podría pensar que para la nueva propuesta de mejora, se

podrían utilizar las conexiones actuales de los altavoces, pero resulta que se realizaron evaluaciones del estado del cableado y las tuberías por donde se supone deben pasar los cables de audio y se determinó que tuberías y cables han sido retirados para dar paso a nuevas edificaciones e implantar sistemas eléctricos que en el tiempo en el que fueron construidos, no se tenía ningún informe de por donde se habían trazado las líneas de distribución de potencia de audio, y por ende no se respetó el sistema de distribución. Además, debido al deterioro ambiental, algunas tuberías han salido a la superficie, y en algunos casos se han tenido que retirar o han sido re direccionadas.

C. Zonas

Sólo se tiene informe de 6 zonas de las 10 que posee el selector de zonas disponible actualmente, de modo que resulta difícil establecer la ubicación de estas zonas, ya que a pesar de que se hicieron pruebas, como algunos altavoces reportan en falla, entonces no se pueden identificar las zonas con claridad.

A continuación se presenta el resumen de las observaciones realizadas en cada uno de los altavoces ubicados actualmente.

Altavoz Nº	Ubicación	Funciona	Observaciones
1	Frente al Bloque administrativo(curva)	si	Inteligible
2	Lado Bloque 6 (parqueaderos) 1	si	Inteligible
3	Biblioteca	si	Solo se aprecian bajas frecuencias
4	Frente Bloque derecho(parqueaderos)	no	Buena ubicación
5	Frente Bloque derecho(Kioscos)	no	Funcionalidad nula
6	Portería 70 (acceso)	si	Buena ubicación
7	Portería 70 (camino hacia el colegio)	no	Debe redireccionarse
8	Lado Bloque 6 (parqueaderos) 2	si	Buena ubicación
9	Diagonal a la librería	si	Buena ubicación, Inteligible
10	Principio boulevard	si	Debe redireccionarse
11	Medio del boulevard	no	Ninguno
12	Final boulevard	no	Redireccionarse
13	Frente Bloque Ing. 1 (acceso)	si	Ninguna
14	Frente Bloque Ing. 2	si	Problemas con arborización
15	Parq. Ing. 1 (antiguo acceso)	no	Ninguno
16	Parq. Ing. 2	si	Inteligible
17	Parqueadero Arquitectura	si	Buena ubicación

18	Bloque 9 (entrada)	no	Ninguno
19	Bloque 9 (Parqueaderos)	si	Gangoso, buena ubicación
20	Entre Bloque 9 y centros de estudio 1	si	Gangoso, problemas con arborización
21	Entre Bloque 9 y centros de estudio 2	si	Gangoso, problemas con arborización
22	Frente al CPA	si	Buena ubicación
23	Frente al tac	no	Re direccionar
24	Medio de los Cai. de Comunicación Social	no	Funcionalidad nula
25	Tras nuevos centros de estudio	no	Mala ubicación, funcionalidad nula
26	Entre bloques 6 y 7 (frente baños)	no	Unificación con los dos.
27	CAI entre Bloques 6 y 7	no	
28	Contiguo a cajero en bloque de Ing.	no	Re direccionar
29	Bloque de lab. Diseño Industrial	no	Mala ubicación.

Tabla 1. Informe del estado de los altavoces en el campus.

III. DISEÑO DEL SISTEMA DE SONIDO DISTRIBUIDO

A. General

El diseño de la propuesta tiene como base los resultados obtenidos en el monitoreo realizado, en el cual se evaluaron 7 diferentes zonas en las que se midieron los niveles de ruido y se estableció el perfil de necesidades que debe suplir un óptimo sistema de sonido distribuido en cada una de ellas. El muestreo en cada punto se realizó con una duración promedio de 15 minutos, realizando 2 tipos fundamentales de prueba: En tercios de octava y en banda ancha.

Para el diseño de la actual propuesta se consideró la utilización de algunos de los equipos que operan actualmente, pues los resultados de las evaluaciones realizadas demuestran que su uso continúa siendo óptimo.

A continuación se muestra una descripción general de los equipos necesarios para lograr el funcionamiento deseado del Sistema, aunque se pueden presentar modificaciones en la configuración y/o especificaciones técnicas de los equipos según sea la opción elegida entre las cotizaciones presentadas.

B. Equipos

El rack, el módulo de encendido y el preamplificador con los que cuenta el sistema actual son equipos que suplen las necesidades y pueden adaptarse adecuadamente al nuevo sistema, pero a diferencia de la configuración actual del sistema, la cual consiste en un

switch selector de entrada, se propone ingresar todas las señales al preamplificador y por medio de ganancias controlar la prioridad del audio que se quiera emitir en el campus, de este modo se evitan fluctuaciones en el sistema ya que si los niveles de señal de las fuentes son diferentes, no es posible controlarlos mediante el switch implementado actualmente. En cuanto a amplificadores se refiere, el sistema actual cuenta con 3, marca CHALLENGER de referencia AP520, los cuales seguirán siendo utilizados, aunque se plantean mejoras en su implementación.

Se plantea el ingreso de un compresor. La propuesta de agregar este dispositivo al sistema de sonido distribuido, se hace con la intención de evitar las fluctuaciones de intensidad sonora en los amplificadores y por tanto en los altavoces.

En cuanto a los altavoces, en total se retiraron 8 algunos de éstos seguirán haciendo parte del sistema pero en ubicaciones diferentes ya que no aportaban un cubrimiento adecuado en la distribución de sonido. Las marcas y referencias propuestas para el cambio de los altavoces varían según el presupuesto disponible para la inversión, de modo que se plantearán 3 alternativas a este ítem que serán expuestas más adelante.

C. Zonas

La selección de zonas se realizó en base a la ubicación y la frecuencia de circulación de personas por los espacios seleccionados.

El selector que se implementará un CHALLENGER ref. SZV – 1000 con el que se cuenta actualmente. Este cumple con los requerimientos necesarios y se encuentra en buen estado.

En la siguiente tabla se realiza la propuesta de sectorización en el campus:

Zona	Parlantes N°	Descripción de la zona	N° Altavoces
1	16—17	Parqueaderos, zona posterior Ingeniería y Arquitectura.	2
2	13—28—19	Ingenierías y parqueaderos del bloque 9	3
3	20-21-22-24	Desde la portería de Av. Bolivariana hasta principio de Boulevard	4
4	12—15—10	Principio y final del boulevard y sendero entre biblioteca y bloque 6	3
5	8—3	Biblioteca y parqueaderos Bloque 6	2
6	26—27—23	Entre bloque 6 y 7 y frente al TAC de comunicación social.	3
7	1—2	Bloque Administrativo.	2
8	4—9—18	Bloque derecho y librería.	3
9	5—11	Colegio, primaria y secundaria (parte exterior).	2
10	6—7—14	Portería de la Cra. 70 y detrás del auditorio.	3

		TOTAL ALTAVOCES	27
--	--	------------------------	----

Tabla 2. Asignación de zonas

Como se mencionó anteriormente en los sistemas de sonido distribuido, la potencia aportada por el amplificador, es repartida en las zonas según la elección del diseño.

A continuación se realiza la propuesta de conexión de cada una de las zonas con su respectivo amplificador asumiendo que el consumo de potencia de cada uno de los altavoces es de 20 watts RMS.

Conexión del selector de zonas a los amplificadores

Amplificador 1	Zonas	Potencia por Zona	N° Altavoces
	1	40	2
	2	60	3
	3	80	4
	Potencia Total.	180	9

Amplificador 2	Zonas	Potencia por Zona	N° Altavoces
	4	60	3
	5	40	2
	7	40	2
	9	40	2
	Potencia Total.	180	9

Amplificador 3	Zonas	Potencia por Zona	N° Altavoces
	6	60	3
	8	60	3
	10	60	3
	Potencia Total.	180	9

Tabla 3. Conexión selector de zonas y potencia

Utilizando un software que predice el comportamiento del sonido, amplificado o no, de un proyecto se generó la siguiente imagen que ilustra el diseño del sistema de sonido distribuido propuesto.

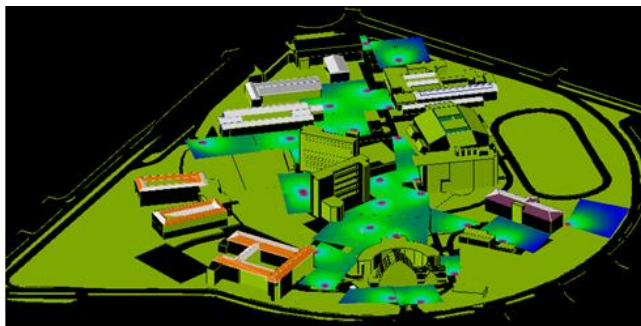


Figura 1. Simulación sistema de sonido Campus UPB Laureles

IV. COTIZACIONES

El contenido de las cotizaciones se divide en dos partes, la primera consta solo del cableado y mano de obra civil considerada para la adecuación del nuevo sistema, las otras tres cotizaciones constan de las alternativas principales en equipos.

Debe tenerse muy en cuenta que el costo final de las cotizaciones, no representa la decisión del proveedor ideal para la ejecución del sistema, debido a que las cotizaciones varían dependiendo de los ítems considerados por cada uno de los proponentes. Esto quiere decir que de acuerdo con las decisiones tomadas entre el diseñador y el proveedor se definió lo ideal para cada una de las cotizaciones y por esta razón los costos varían dependiendo de la propuesta.

El proceso de cotización, se realizó en base a una reunión con cada uno de los proveedores, donde se expuso el proyecto, planos, alcance y requerimientos básicos. Luego de la primera fase, se procede a escuchar la propuesta del proveedor de acuerdo con su análisis y se consideran los equipos necesarios para la implementación. Es claro que las tres cotizaciones contienen las referencias de altavoces analizados en el proyecto, esto con el fin de determinar la prioridad principal la cual son los altavoces.

La cotización referente al cableado y obra civil tiene un valor aproximado de \$26.827.026 por parte de la empresa Generación y Control. En cuanto a las cotizaciones de equipos la primera tiene un costo de \$29.974.900 implementando altavoces TOA ref. CS-304, un amplificador marca EV ref CPS-8.5 de 8 canales cada uno con una potencia de 500wts y una matriz de procesamiento digital marca EV ref N-8000 que permite enrutar y monitorear las señales de entrada y salida. La segunda cotización es por valor de \$14.018.600, utilizando altavoces Turbosound ref. Impact 35T, tres amplificadores marca Samson ref. SZ1360 de 360 wts y un compresor de compuerta marca Samson ref. S-com 4 de cuatro canales. Y la última tiene un valor de \$12.671.028, con el uso de altavoces Challenger ref. BC-725 y tres amplificadores marca Challenger ref. AT-3200USB de 320wts.

V. CONCLUSIÓN

La implementación de sistemas de sonido distribuido ha ido cobrando cada vez más importancia, pues ha demostrado ser la manera más eficiente de transmitir información garantizando la existencia de confort acústico, esto puesto que se asegura una correcta inteligibilidad de la palabra a la vez que se permite que los mensajes emitidos sean claros y lleguen a todos los puntos con un nivel suficiente.

En la actualidad el campus UPB Laureles cuenta con un sistema de audio distribuido que fue diseñado antes de la construcción y/o reforma de varios de sus espacios, lo cual ha hecho que éste pierda las cualidades iniciales que tuvo en su diseño, además algunos de los equipos están siendo subutilizados ya que se encuentran en perfecto estado pero no en correcto funcionamiento.

Durante el proceso de investigación realizado tanto al interior del Campus, para conocer los equipos existentes, como en otros espacios, estableciendo perfiles de uso y analizando las opciones más eficientes y con mejores costos del mercado, se evidenció que es importante la mejora del sistema de sonido con el que cuenta la universidad y que esta mejora puede ser aplicable más fácilmente si se tienen en cuenta las investigaciones realizadas ya que todas las cotizaciones planteadas y el diseño realizado suplen las necesidades en amplio margen y mantiene parámetros altos de calidad y economía.

- [1] MIÑANA .P, José. Compendio práctico de acústica. (País): Ed. Labor S.A, 1969.
- [2] NEMA. Emergency Communications Audio Intelligibility Applications Guide. Rosslyn, Virginia. NEMA, 2008. 32p. (Norma NEMA; SB 50 - 2008)
- [3] HENDERSON, Tom. Properties of waves. En: The physics Classroom. [En línea]. EEUU. < Disponible en: www.physicsclassroom.com/class/waves/ > [consulta: 30 julio 2010]
- [4] JONES, Ralph. Meyer Sounds. En: Inteligibilidad del habla. [en línea]. EEUU. Disponible en: www.meyersound.com/spanish/support/papers/speech/index.htm